

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—231981

⑬ Int. Cl.³
H 04 N 5/30
H 01 L 27/14

識別記号

庁内整理番号
6940—5C
6732—5F

⑭ 公開 昭和59年(1984)12月26日

発明の数 1
審査請求 有

(全 9 頁)

⑮ 固体撮像装置

京芝浦電気株式会社総合研究所
内

⑯ 特 願 昭58—107098

⑰ 発 明 者 吉田興夫

⑱ 出 願 昭58(1983)6月15日

川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

⑲ 発 明 者 遠藤幸雄
川崎市幸区小向東芝町1番地東
京芝浦電気株式会社総合研究所
内

⑳ 出 願 人 株式会社東芝

川崎市幸区堀川町72番地

㉑ 発 明 者 原田望
川崎市幸区小向東芝町1番地東

㉒ 代 理 人 弁理士 鈴江武彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

固体撮像装置

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体基板上に二次元的に配列された感光部を有する固体撮像素子を用い、第1、第2のフィールドで1フレームとなるインターレース撮像により連続的にフレーム画像を得る方式で、前記各感光部において光電変換されて蓄積された信号電荷を読出し部に同時に転送し、この読出し部の信号電荷を順次出力部に移動させて読み出す間、前記各感光部が次のフィールドの信号電荷を蓄積する動作を行う固体撮像装置において、前記固体撮像素子チップ基板を入射光学像に対して相対的に水平面素配列方向に振動させる手段を備え、その振動波形は、連続する2フレームを1周期とするパルス状であり、振動量が水平面素ピッチの1/2またはその近傍であって、振動中心が前記感光部から信号電荷を前記読出し部へ転送する期間内にあるように設定され、かつこの振動による

入射光学像の空間サンプリング点のずれを再生画像上で修正する処理を行うようにしたことを特徴とする固体撮像装置。

(2) 前記振動波形の振動中心は、第nフレームの第1フィールドと第2フィールドの間および第(n+1)フレームの第1フィールドと第2フィールドの間にある特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

(3) 前記振動波形の振動中心は、第nフレームと第(n+1)フレームの間にある特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

3. 発明の詳細な説明

[発明の技術分野]

本発明は、半導体基板上に二次元配列された感光部を有する限られた画素数の固体撮像素子を用いて解像度の高い画像を得る固体撮像装置に関する。

[発明の技術的背景とその問題点]

C.C.Dなどの固体撮像素子は従来の撮像管とくらべ小型、軽量、高信頼性という特徴を有し、ま

た特性面では図形歪がなく、残像が小さく、焼付きがないなど多くの利点を有している。このため工業用テレビカメラ、家庭用ビデオカメラ、銀塩フィルムを用いない電子カメラなど、その応用は広く、今後更に拡大されると考えられる。

第1図は代表的なインターライン転送形CCDの概略構成を示している。 P_{ij} ($j = 1, 2, \dots, M, i = 1, 2, \dots, N$) は二次元配列された感光部、 C_i は垂直読み出しCCDレジスタ、 H は水平読み出しCCDレジスタである。このような固体撮像素子を前述したような広い応用分野に適用する場合、限られた画素数でいかに高解像度化を図るかが大きな問題となる。

そこで本発明者らは先に、特願昭56-209381号において、限られた画素数の固体撮像素子を用いて高解像度化を図った装置を提案した。この装置は第2図にその原理図を示すように、固体撮像素子のチップ基板1(一水平列の一部のみ示す)を、水平方向(X方向)に、水平画素ピッチ P_H の $1/2$ 相当である $P_H/2$ の振幅をもつ

固体撮像素子の入射光学像に対する無効部分が減少するので固体撮像素子固有のモアレが改善される。第3図は再生画像上における空間サンプリング点4を示した図である。Aフィールドでは $1H_A$ 、 $2H_A$ 、 $3H_A$ …の走査線における空間サンプリング点4aになる。そして、Bフィールドでは $1H_B$ 、 $2H_B$ 、…の走査線における空間サンプリング点4bになる。この結果、Aフィールドにおける空間サンプリング点とBフィールドにおける空間サンプリング点の位相は水平読み出し周波数 f_{cp} の $1/2$ 相当である $1/2 f_{cp}$ になる。したがって再生画像上の水平方向の空間サンプリング点は2倍になる。

しかし、この装置での空間サンプリング点の2倍化はAフィールドにおける走査線例えば $1H_A$ と隣接したBフィールドにおける走査線例えば $1H_B$ にて行なっている。このため、同一走査線上における空間サンプリング点の2倍化にならず、細かい入射光学像に対しては空間サンプリング点がA、Bフィールドに渡るため誤差が生じる。この

て入射光学像に対して相対的に振動させる。ここで振動の時間変化は図に示すように、固体撮像素子の第1(A)フィールドおよび第2(B)フィールドを1フレーム期間とする撮像動作に同期して台形状にする。このことにより図に示す画素の開口部はAフィールドでは実線2の位置となり、Bフィールドでは破線3の位置になる。そして、A、BフィールドまたはB、Aフィールドの切替え時点でフィールドシフトパルスをおこなうことにより、A、Bフィールドの切替え時点では開口部2の位置での光信号蓄積電荷を読み出す。そして、B、Aフィールドの切替え時点では開口部3の位置での光信号蓄積電荷を読み出す。そして読み出した信号蓄積電荷はA、Bフィールドの空間サンプリング点の位置に対応した像となるよう駆動のタイミングをずらすか、又は信号処理によってずらすことを行ない、再生画像上でA、Bフィールドを加算することにより、固体撮像素子自体が有する水平方向の空間サンプリング点が2倍になり、水平解像度を2倍に向上できる。さらに、

誤差は再生画像上の白黒境界線においてジグザグ状になり画質劣化となる問題があった。また、垂直方向に対しての空間サンプリング点はA、Bフィールド間で、同一の垂直線上にないため、前述同様に誤差が生じ、再生画像上垂直方向の白黒境界線においてジグザグ状の画質劣化となる問題があった。

[発明の目的]

本発明は上記の点に鑑みなされたもので、一走査線上で空間サンプリング点を2倍化するように振動モードを改良した高解像度化固体撮像装置を提供することを目的とする。

[発明の概要]

本発明は例えば第1図に示すときインターライン転送形CCDであって、感光部に蓄積された信号電荷を垂直ブランキング期間において同時に垂直読み出しレジスタに移動し、次のフィールドの有効期間中にこれを読み出すという撮像動作を有し、Aフィールド、Bフィールドを1フレーム期間とし以後次のフレーム期間へつながる動作を

有した固体撮像素子チップ基板を、フィールドの間の無効期間である垂直ブランキング期間の一つおきに振動中心を設定して、ある無効期間で入射光学像に対して相対的に $1/2$ 水平画素ピッチ相当移動させ、次の無効期間ではそのままとしておき、そして次の無効期間で逆方向に入射光学像に対して相対的に $1/2$ 水平画素ピッチ相当移動させるという、2フレーム期間を1周期としたパルス状振動を固体撮像素子チップ基板へ与えることにより高解像度化を図ったものである。

[発明の効果]

本発明による固体撮像装置は従来の固体撮像装置に比べ本質的に高解像度化が達成できる。そして、さらにチップ基板自体の高密度化により本発明と同等な画素数とした固体撮像装置とくらべても、特性上、例えばダイナミックレンジ、偽信号発生などにおいて良好な画像を得ることができる。そして、これら装置を動作せしめる駆動回路製作も高密度固体撮像装置とくらべて容易である。また、前述した特願昭56-209381号で見

られた再生画像上の白黒の境界線におけるジグザグ状の画質劣化は本発明では表われず、良好な高解像度画像が得られる。

[発明の実施例]

第4図は本発明の一実施例を説明するためのものである。この図は固体撮像素子と固体撮像素子を振動させる時間関係、固体撮像素子の感光部から信号電荷を読み出すフィールドシフトパルスのタイミングの関係を示す。

前述の第1図のインターライン転送形CCDチップ基板1を水平画素配列方向(X方向)に図に示すように振幅が X_1 から X_2 になるように入射光学像に対して相対的に振動させる。この振動の時間変化はフィールドタイム蓄積モードのインターライン転送形CCDの撮像動作におけるA、Bフィールドを1フレーム期間したインターレース動作において2フレーム期間を1周期として、A、Bフィールド間の無効期間内に振動中心がくるように台形状にする。そして、 X_1 から X_2 の振動量は水平画素ピッチ P_H の $1/2$ 相当である $P_H/2$

2にする。

次に具体的動作について説明する。まず、第1フレームの A_1 フィールドの t_1 においてCCDチップ基板1の開口部2の開口部中心を X_1 の位置にして光信号蓄積を行なう。そして、次の第1フレームの B_1 フィールドの t_2 ではCCDチップ基板1を図の右方向へ相対的に振動させ、 X_2 の位置になるように開口部2の開口部中心を3の位置にもってくる。そしてこの位置で光信号蓄積を行なう。このときの振動量は水平画素ピッチ P_H の $1/2$ 相当である $P_H/2$ にする。そして次の第2フレームの A_2 フィールドの t_3 では開口部中心位置はそのままである X_2 の位置で光信号蓄積を行なう。そして次の第2フレームの B_2 フィールドの t_4 ではCCDチップ基板1を図の左方向へ振動させ X_2 の位置から X_1 の位置にもってくる。そしてこの位置で光信号蓄積を行なう。このときの振動量は前述同様 $P_H/2$ にする。以後第3フレーム、第4フレーム…第 n フレームは第1フレーム、第2フレームと同様になる動作を

くり返す。

以上の動作において開口部2の中心が X_1 の位置から X_2 の位置に移動している期間と X_2 の位置から X_1 の位置に移動している期間が十分短かければ A_1 、 B_1 、 A_2 、 B_2 各フィールドにおいて各々開口部中心が X_1 、 X_2 の位置に静止していると同等と考えてよい。この結果、水平画素配列方向での空間サンプリング点が2倍になる。そして再生画像上で各フィールドの空間サンプリング点の位置に対応した像になるよう駆動のタイミングをずらし、各フィールドを加算して表示することにより、固体撮像素子自身が有する水平解像度を2倍に向上できる。

第5図は第1図のインターライン形CCDチップ基板を第4図に示した振動モードで振動させた場合の入射光学像に対した空間サンプリング点の移動を表わした図である。(a)は A_1 フィールド、(b)は B_1 フィールド、(c)は A_2 フィールド、(d)は B_2 フィールドでの空間サンプリング点であり、実線で示した $1H_A$ 、 $2H_A$ 、

$3H_A, \dots, 1H_A', 2H_A', 3H_A', \dots$ はフィールドタイム蓄積モードのインターライン転送形CCDの撮像動作におけるAフィールドでの走査線位置を示し、 $1H_B', 2H_B', 3H_B', 1H_B, 2H_B, 3H_B, \dots$ はBフィールドでの走査線位置を示してある。そして各空間サンプリング点に表示してある矢印は次のフィールドにわたるときの空間サンプリング点の移動方向を示す。

A_1 フィールドにおける空間サンプリング点は次の B_1 フィールドではインターレース撮像と水平画素配列方向への $P_H/2$ 振動の組み合わせにより図では斜め右下方へ移動する。そして、次の A_2 フィールドでは振動は行なわず、インターレース撮像のみになるので図では上方向へ空間サンプリング点が移動する。そして B_2 フィールドではインターレース撮像と振動の組み合わせで図では左下方へ空間サンプリング点が移動する。以上の動作の結果、空間サンプリング点は第6図に示した位置になる。第6図に示した(a), (b), (c), (d)の空間サンプリング点は

第5図の(a), (b), (c), (d)に対応している。この結果、再生画像上で実際のサンプリング点に合わせて表示するとA, Bフィールドの走査線における水平方向のサンプリング点は水平画素ピッチ P_H の2倍になる。そして垂直方向のサンプリング点はA, Bフィールドのインターレース撮像にて垂直画素ピッチ P_V となる。ここで水平画素ピッチ P_H の時間幅は水平読み出しレジスタの駆動周波数 f_{cp} の逆数で決まるため、水平方向の空間サンプリング点のピッチは $1/2f_{cp}$ になる。したがって水平限界解像度は前記水平読み出しレジスタの駆動周波数で決まるナイキスト限界値の2倍に向上できる。

また、第3図で説明した従来の動作で問題であった再生画像上の白黒の境界線におけるジグザグ状の画質劣化は本実施例では大幅に改善される。

また、本実施例ではA, Bフィールドの垂直インターレース撮像での空間サンプリング点が逆相関係になるのでモワレのフリッカが改善できる。

また、本実施例は第2図に示した従来例に対して振動周期が $1/2$ になる。このことは振動機構に例えばセラミックを用いたバイモルフ圧電素子を用いた場合有効になる。バイモルフ圧電素子を振動機構に用いる場合は素子自身が持つ共振周波数より低い周波数で振動させる。この結果、振動パルスの変化時点でリングングが発生しやすい。そして振動周期が低下すればリングング量も減少させることができるからである。

第7図は本実施例の構成図、第8図はその動作波形図である。固体撮像素子チップ10は振動台11上に固定され、光入力撮像レンズ12を通り固体撮像素子チップ10上に結像される。振動台11には振動パルス発生回路13から第8図に示した振動パルスを $P_H/2$ 相当量の振幅にして加える。この振動パルスは第8図に示すように垂直ブランキング期間内に動作するフィールドシフトパルスに同期している。そして2フレーム期間を1周期としたパルスである。タイミング発生回

路14では水平読み出しレジスタのタイミングを振動パルスの周期に合わせて $P_H/2$ 遅延させるための $P_H/2$ 遅延回路15のタイミング信号とその他垂直読み出しレジスタのタイミング信号などの必要な同期パルスを発生する。そしてクロックドライバ16で駆動された固体撮像素子チップ10より得られる出力信号はブリアンプ17および信号処理回路18を通して出力される。即ちこの例では、固体撮像素子チップ10の振動による空間サンプリング点に合わせて出力信号をずらすため、第8図に示すように水平クロックパルスのタイミングを振動周期に合わせて $1/2$ クロック($1/2f_{cp}$)ずらすことを行っており、これにより実際の空間サンプリング点に合った出力信号が得られる。そして A_1, B_1, A_2, B_2 フィールドで構成される第1フレーム、第2フレームを再生画像上で加算することで水平方向の解像度を2倍に向上できることになる。

以上説明したように本実施例では、インターライン転送形CCDのごとくフィールドごとに感光

部で蓄積した信号電荷を垂直ブランキング期間に同時に読み出し部である垂直読み出しレジスタに転送せしめる撮像動作を有した固体撮像素子チップ基板を、前記ブランキング期間に振動中心が位置するように水平画素配列方向に2フレーム(4フィールド)の周期をもたせて振動せしめることによって固体撮像素子自身が持つ空間サンプリング点を2倍化させ、垂直方向の解像度の劣化なく水平方向解像度を2倍に向上させた再生画像を得ることができる。

本実施例による固体撮像装置は、仮に高密度化技術で水平方向に2倍の画素数をもった装置が実現されても、この装置とくらべて次の特性上の利点がある。

(1) 高密度装置では水平画素ピッチが1/2になるため飽和信号レベルが減少してダイナミックレンジが小さくなるが、本実施例では振動しない装置と同等になる。したがって同じ製造技術を用いるとすると本質的に高密度装置とくらべてダイナミックレンジを広くとることができる。

ってきて破線3で示す場所にする。即ち、フレームの間の無効期間内に振動中心をもってくる。これによって第5図の実施例で説明した空間サンプリング点の位置は第5図では $A_1 \rightarrow B_1 \rightarrow A_2 \rightarrow B_2$ のフィールド順序で(a)→(b)→(c)→(d)の空間サンプル点の位置になり、第9図では第5図と同一のフィールド順序で(a)→(d)→(c)→(b)の順序で空間サンプリング点が移動する。この結果、再生画像上では第6図で説明した場合と同様に水平画素配列方向に2倍のサンプリング点を得られ、先の実施例と同様なモワレの減少した高解像度の画像が得られる。

以上説明した例では、本発明をテレビジョン標準方式に適用したビデオカメラについて行なったが、例えば銀塩フィルムを用いない電子カメラやOCR等のシステムに本発明を適用できる。第10図は電子カメラに本発明を適用した場合の動作を示す図である。この場合には、通常の光学カメラと同じように光学シャッタの開閉タイミングと

(2) 高密度装置では水平読み出しレジスタのクロック周波数が2倍に高速化され、これによる駆動回路、信号処理回路の消費電力増加、回路製作の困難が増大するが、本実施例の装置ではそれはない。

(3) 高密度装置では感光部の開口部面積の割合は小さくなることがあっても増えることがないので、高密度化しても感光領域全域における光学情報に対する無効領域は減少しない。一方、本実施例では従来無効であった領域からも光学情報を得るため、本質的に入力光学情報収集に対する有効領域が広い。

次に本発明の別の実施例を説明する。第9図は、上記実施例とは異なる、固体撮像チップ基板に与える振動パルスの場合である。この場合は A_1 (t_1)、 B_1 (t_2)フィールドからなる第1フレーム期間は固体撮像チップ基板1の開口部2を X_1 の位置にしておく。そして A_2 (t_3)、 B_2 (t_4)フィールドからなる第2フレーム期間では開口部を $P_H/2$ 移動させ X_2 の位置にも

撮像素子の動作を合わせることが必要である。 A_1 、 B_1 フィールドからなる第1フレームと A_2 、 B_2 フィールドからなる第2フレームの撮像動作においてフィールドシフトパルスは各フィールドの切替え時点で加えられ、各フィールドで蓄積された信号電荷を読み出す。振動パルスは第1、第2フレームを一周期とする第4図の場合と同様の波形である。シャッタパルスIでは第1、第2フレームの期間シャッタONとしてこの期間に入射光学像の空間サンプリング点の2倍化を行なう。また、シャッタパルスIIの場合はシャッタのON期間を短かくした動作である。また、シャッタパルスIIIの場合は振動パルスの変化期間はシャッタをOFFさせ、より確実な空間サンプリング点の2倍化を行なった動作を提供するものである。

更に本発明は以下に列記するように種々の変形応用が可能である。

a 撮像素子はインターライン転送形CCD撮像素子に限らず、例えばフレーム転送形撮像素子を用いてもよい。これらの撮像素子に共通する点

は、画素領域に蓄積された信号電荷が垂直ブランキング期間に同時に読み出される動作をすることである。したがって同様な動作をする撮像素子であれば本発明を適用することが可能である。

b 撮像素子の画素の開口部形状は矩形に限らないし、その大きさも特に限定されない。

c 撮像素子の画素配列は、垂直方向に一列に配列されたものに限らず、ジグザグ配列されたものでもよく、その方がモワレの減少と解像度向上にとって有利である。

d 撮像素子は、光電変換部として通常のCCD撮像素子の上にアモルファスシリコンなどの光電変換膜を重ねて、いわゆる二階建センサ構造としたものを用いることができる。

e 光電変換膜を用いる二階建センサの場合、光導電体の性質によっては紫外像や赤外像を得ることも可能である。また、光導電体膜に代って蛍光体膜を用いてX線像を得る場合にも本発明を適用できる。更に二階建センサで一画素おきに通常の可視用と赤外、紫外、X線など不可視用変換膜

を振動することでさらに解像度向上ができる。

h 本発明での振動の手段は第7図で説明した固体撮像素子自体の振動に限定されるものではない。例えば固体撮像素子の光入射側に光学的偏向板を設け、この偏向板を周期的に振動してもよく、また光学的ミラーによって入射光を振るようによきさせてもよい。要するに入射光像に対して固体撮像素子を相対的に振動させればよい。

i 本発明の振動パルスは台形波で説明したが、この形状は台形でなくとも矩形、三角形などでも単位画素内のサンプリング点が増加することにはかわりがないので、本発明が適用できる。

j 本発明の説明のほとんどはNTSC標準方式に準じたTV撮像方式で行なったが、この方式に限定されない。すなわちインターレース撮像を行なっている方式であるならば本発明は適用できる。例えばSECAM方式、PAL方式そして低速撮像方式、高速撮像方式などに適用できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はインターライン転送形CCD撮像素子

を配置して、可視像と不可視像を重ねて再生画像上で観察する装置にも本発明を適用できる。この場合、振動パルスの量は水平画素ピッチとすることで可視像、不可視像とも水平解像度の劣化なく再生できる。

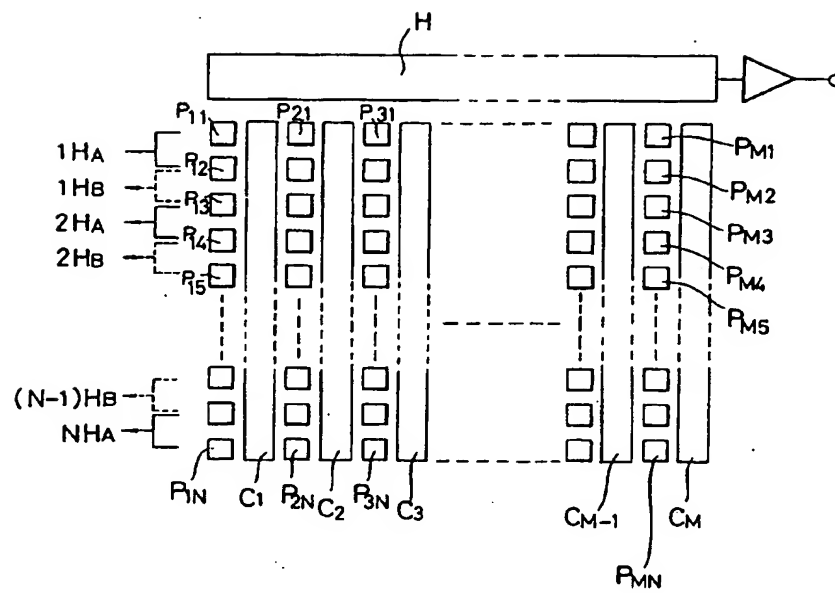
f 本発明では光学像に対して撮像素子チップを相対的に振動させるが、同様の思想を電子ビーム衝撃形の固体撮像素子に適用することができる。即ち電子ビーム像を偏向できることを利用してこれをA₁、B₁、A₂、B₂各フィールドに対して所定の方向に変更させれば同様の効果が得られる。

g 本発明は撮像素子を1個、2個もしくは3個用いてカラー撮像を行なうカラーカメラにも適用できる。2板、3板式カラーカメラにおいては本発明と絵素ずらし法を共用することにより更に解像度を向上せしめることができる。また、原色を用いた2板式カラーカメラにおいてはG信号を得る撮像素子を水平画素ピッチの1/2相当振動させ、R、B信号を得る撮像素子を水平画素ピッ

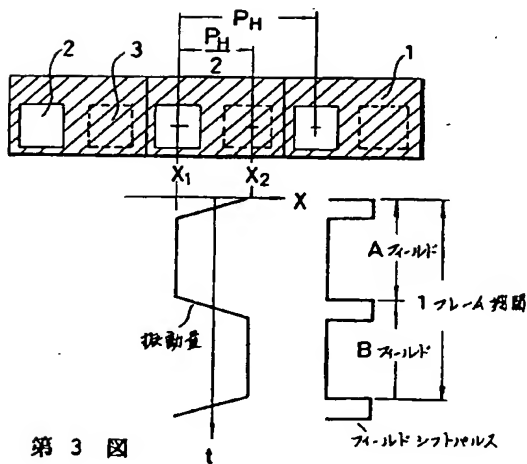
の概略構成を示す図、第2図は本発明者らが先に提案した固体撮像装置の原理説明図、第3図は第2図の動作によって得た再生画像上の空間サンプリング点を示す図、第4図は本発明の一実施例における撮像素子の振動の様子を示す図、第5図は同実施例での空間サンプリング点の各フィールドにおける移動を示す図、第6図は第5図の空間サンプリング点を再生画像上で加算した図、第7図は同実施例の装置の全体構成を示す図、第8図はその動作を説明するための波形図、第9図は本発明の他の実施例での振動の様子を示す図、第10図は本発明を電子カメラに適用した場合の動作を説明するための図である。

1…固体撮像素子チップ基板、2…画素開口部、10…固体撮像素子チップ、11…振動台、12…撮像レンズ、13…振動パルス発生回路、14…タイミング発生回路、15…P_H/2遅延回路、16…クロックドライバ、17…プリアンプ、18…信号処理回路。

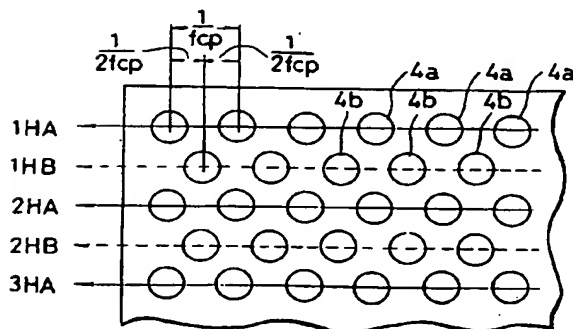
第 1 図



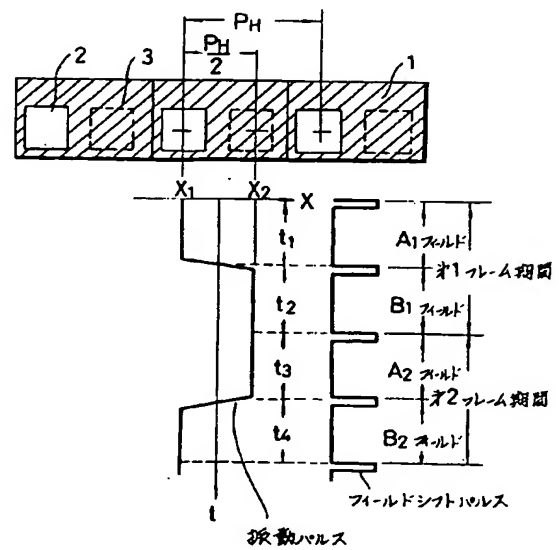
第 2 図

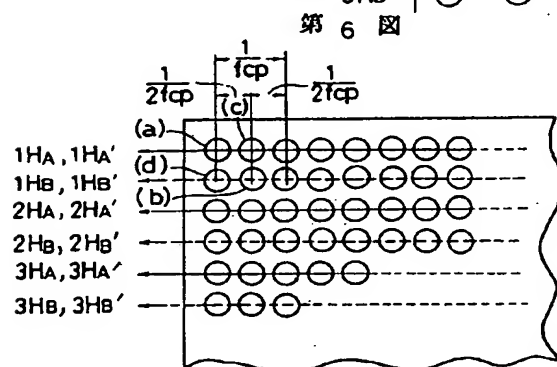
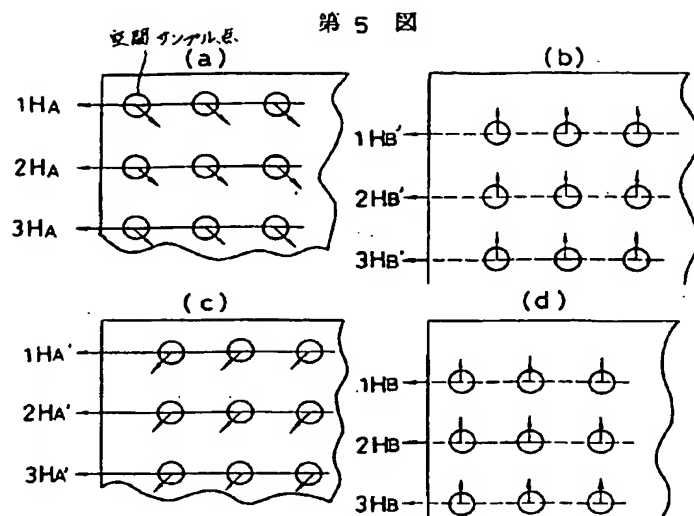


第 3 図

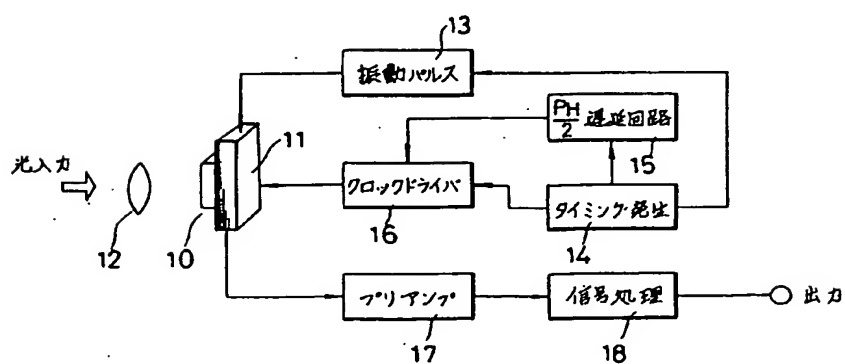


第 4 図

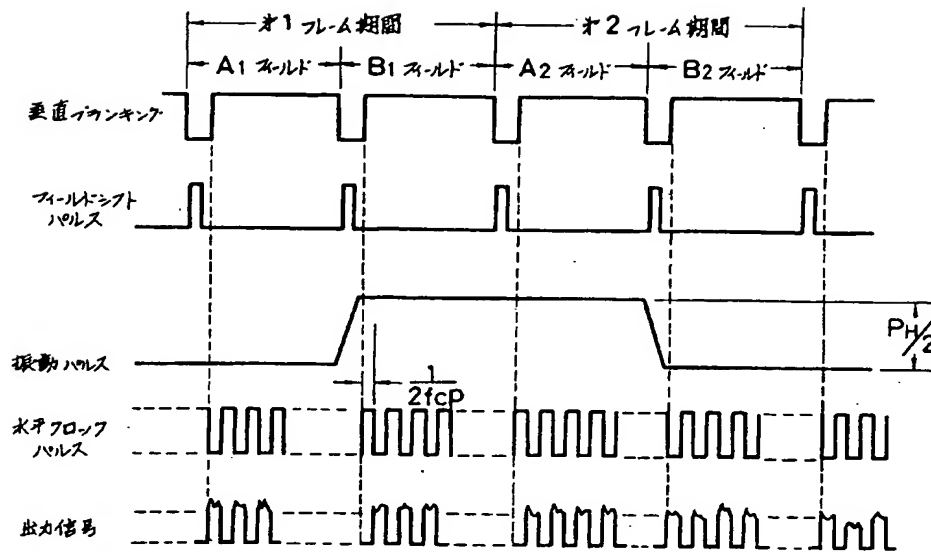




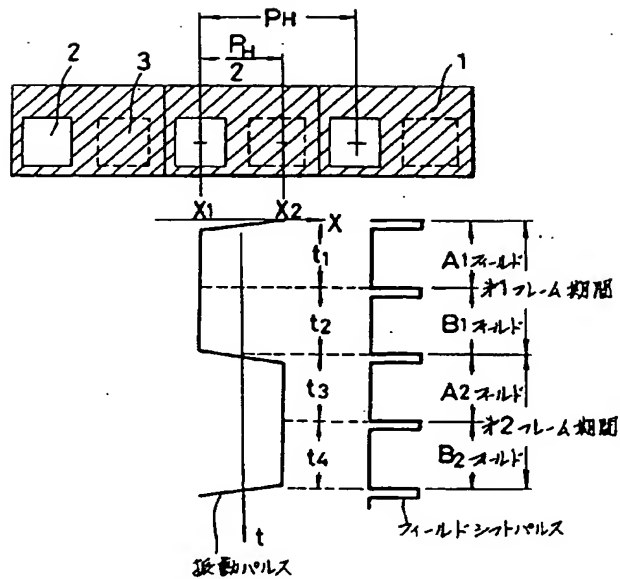
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第10 図

